20.Yıl TESAB
TÜRKİYE ELEKTRİK SANAYİ BİRLİĞİ

TTGV
TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

Aydın · Law

Katkıları ile...

TÜRKİYE ENERJİ DEPOLAMA ANALİZ RAPORU 2025

İÇİNDEKİLER

Sunuş 4
Teşekkür 5

1.Türkiye'de Depolama ile İlgili Mevzuat ve Düzenleyici Çerçeve 7
- 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 7
- 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun 8
- 7189 Karar Sayılı Cumhurbaşkanı Kararı 8
- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği 8
- Elektrik Piyasası Yan Hizmetler Yönetmeliği 9
- Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği 9
- Elektrik Piyasası Dengeleme Ve Uzlaştırma Yönetmeliği 9
- Elektrik Şebeke Yönetmeliği 10
- Elektrik Piyasası Bağlantı Ve Sistem Kullanım Yönetmeliği 10
- Elektrik Üretim Ve Elektrik Depolama Tesisleri Kabul Yönetmeliği 11
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi Ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik. 11
- Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği 11
- Elektrik Piyasası Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği 12
- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği 12
- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği 12
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Kurul Kararları 14
- Teiaş'ın Yayınladığı Teknik Kriterler Ve Belgeler 15

İÇİNDEKİLER

2.Türkiye Ulusal Enerji Planı Ve Enerji Depolama Hedefleri 16

3.Uluslararası Yayınlarda Türkiye Enerji Depolama Öngörüleri 17
- Türkiye BEDS Pazarı İçin Seçilen Eğilimler 19
- Yeni Batarya Enerji Depolama Sistemleri (BEDS) Pazarı Girişimleri İçin Temel Stratejik Sorular 20

4.Türkiye Enerji Depolama Önlisans Kapasite Haritası 21
- Depolamalı RES-GES Toplam Önlisans Kapasiteleri (MW) 21
- Depolamalı GES Önlisans Kapasitesi (MW) 22
- Depolamalı RES Önlisans Kapasitesi(MW) 23

5.Türkiye Enerji Depolamada Güncel Gelişmeler 25
- Lisanslı Depolamalı Üretim Yatırımları 25
- Yerli Enerji Depolama Sanayi Yatırımları 25
- Lityum Tabanlı Yerli Teknoloji Gelişimi 26
- Lityum Dışı Alternatif Depolama Teknolojileri 26
- Lityum Tabanlı Batarya İkincil Kullanım Teknolojileri 27

6.Genel Değerlendirme 27

SUNUŞ

Küresel ölçekte yenilenebilir enerji yatırımlarının ivme kazanması, enerji sistemlerinin daha esnek, güvenilir ve sürdürülebilir şekilde tasarlanmasını zorunlu hâle getirmiştir. Bu dönüşüm sürecinde enerji depolama sistemleri; yalnızca şebeke kararlılığının sağlanması açısından değil, aynı zamanda değişken üretim profiline sahip yenilenebilir enerji kaynaklarının sistem entegrasyonu bağlamında da kritik bir rol üstlenmektedir. Depolama teknolojileri, arz-talep dengesinin dinamik biçimde yönetilmesine olanak tanıyarak, enerji piyasalarının istikrarı ve esnekliğinin artırılmasında vazgeçilmez bir yapı taşı hâline gelmiştir.

Türkiye, bu küresel eğilime paralel olarak enerji depolama teknolojilerini hızla benimsemekte; hem düzenleyici çerçeve hem de yatırım ortamı bakımından önemli adımlar atmaktadır. Elektrik üretiminde yenilenebilir payının artırılması, dağıtık üretim altyapısının güçlendirilmesi ve sistem işletiminde çevik çözümlerin devreye alınması hedefleri doğrultusunda, enerji depolama sistemleri ülkemizin enerji dönüşüm stratejisinin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir.

Bu rapor, Türkiye'nin enerji depolama sistemlerine ilişkin gelişimini çok boyutlu biçimde ele almakta; mevzuat yapısından teknolojik altyapıya, özel sektör yatırımlarından ulusal hedeflere kadar uzanan kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Aynı zamanda enerji piyasası aktörleri için düzenleyici eğilimleri, teknolojik yönelimleri ve yatırım fırsatlarını görünür kılmayı amaçlamaktadır.

Çalışma kapsamında ilk kez, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından Haziran 2025 itibarıyla verilen Önlisans başvurularının coğrafi dağılımını gösteren Türkiye Enerji Depolama Önlisans Haritası kamuoyu ile paylaşılmaktadır. Bu harita, yatırımcılar, politika yapıcılar ve sistem planlayıcılar açısından yol gösterici bir referans niteliğindedir.

Raporda ayrıca, enerji depolama ekosisteminde faaliyet gösteren paydaşların örnek uygulamaları, teknoloji çeşitliliği ve stratejik iş birlikleri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Türkiye'nin 2030 ve 2035 yılları için belirlediği batarya tabanlı kapasite hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayacak gelişmeler de öngörülerle birlikte değerlendirilmiştir. Bu bağlamda rapor, yalnızca bugünü betimlemekle kalmamakta; Türkiye'nin enerji sisteminde depolama ekseninde inşa edeceği geleceğin temel yapı taşlarını da ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR...

Bu rapor, **Eurelectric Türkiye Yenilenebilir Enerji ve Depolama Çalışma Grubu** adına hazırlanmıştır. Teknik bilgi ve deneyimleriyle katkı sunan üyelerimize teşekkür ederiz.

Katkı Sunan Üyeler
(Alfabetik sırayla)

- Alparslan Türkmen
- Av. Aslı Başçoban
- Ayten Sümer
- Burcu Bulmuş
- Caner Özen
- Ediz Kaan Önem
- Erkan Alan
- Dr. Fatma Avli Fırış
- Mutlu Bektaş
- Av. Serhat Aydın
- Tolga Aktoprak

Editörler
- Mutlu Bektaş
- Dr. Fatma Avli Fırış

Tasarım
- Sevda Nur Alan

Kurumsal Katkılar
TESAB • TTGV • AYDIN LAW

1 TÜRKİYE'DE DEPOLAMA İLE İLGİLİ MEVZUAT VE DÜZENLEYİCİ ÇERÇEVE

Türkiye'de enerji depolama sistemlerine yönelik düzenleyici yapı, son yıllarda önemli bir dönüşüm sürecine girmiş ve bu alan, enerji piyasalarının bütünleyici bir unsuru hâline gelmiştir. Aşağıda sunulan mevzuat listesi, enerji depolama yatırımlarına ilişkin yürürlükte bulunan temel kanunları, yönetmelikleri ve idari düzenlemeleri özetlemektedir. Bu çerçeve, yatırımcılara, proje geliştiricilere ve politika yapıcılara konuya dair genel bir bakış sunmayı amaçlamaktadır.

6446 SAYILI ELEKTRİK PİYASASI KANUNU

Enerji depolama sistemlerini elektrik piyasasının hukuki çerçevesine entegre ederek, bu alandaki yatırımların ve uygulamaların önünü açan temel düzenlemeyi oluşturur. Kanun; depolamalı elektrik üretim tesislerini tanımlayarak, bu tesislerin lisanslandırılması, şebekeye bağlanması, piyasa faaliyetlerine katılımı ve tarifelendirilmesi gibi konularda EPDK'ya düzenleyici yetki verir. Böylece, elektrik üretiminde esneklik, arz güvenliği ve şebeke istikrarı gibi hedefler doğrultusunda depolama teknolojilerinin kullanılmasına hukuki zemin sağlar.

Elektrik Piyasası Kanunu, enerji piyasanın dinamik yapısı ve gelişen ihtiyaçları doğrultusunda zaman zaman başka kanunlarla yapılan değişiklikler aracılığıyla da güncellenmektedir. Bu kapsamda, 7414 sayılı Devlet Memurları Kanunu ile Bazı Kanunlarda ve 375 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun aracılığıyla Elektrik Piyasası Kanunu'nda yapılan düzenlemeler enerji depolama yatırımları bakımından önem arz etmektedir.

Söz konusu değişiklikle, elektrik depolama tesisi kurmayı taahhüt eden yatırımcılara, taahhüt ettikleri depolama tesisinin kurulu gücüne kadar rüzgâr ve/veya güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurulmasına ilişkin herhangi bir yarışma prosedürüne tabi olmaksızın önlisans başvurusunda bulunma hakkı tanınmıştır. Ayrıca, kısmen veya tamamen işletmede bulunan üretim tesislerinden elektrik depolama tesisi kurmayı taahhüt eden lisans sahibi yatırımcılara ise, depolama tesisinin gücü kadar ek kapasite elde etme imkânı sağlanmıştır.

5346 SAYILI YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ AMAÇLI KULLANIMINA İLİŞKİN KANUN

Depolamalı elektrik üretim tesislerinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)'ndan faydalanmasına ve yerli katkı desteği kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

7189 KARAR SAYILI CUMHURBAŞKANI KARARI

01.05.2023 tarih 32177 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanan 7189 Karar ile 01.07.2021 tarihinden 31.12.2030 tarihine kadar işletmeye girecek YEK Belgeli yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar belirlenmiştir.

ELEKTRİK PİYASASI LİSANS YÖNETMELİĞİ

Elektrik piyasasında faaliyet gösterecek tüzel kişilerin lisans alma, lisanslarının yürütülmesi ve sonlandırılması süreçlerine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir. Yönetmelik, depolamalı elektrik üretim tesislerinin de lisanslı üretim faaliyetlerine dahil edilmesini sağlayarak, bu tesislerin mevzuattaki yerini netleştirir. Depolama ünitesi içeren başvurulara ilişkin teknik ve idari gereklilikler, önlisans süreci, üretim kapasitesi hesaplamaları ve lisans tadil koşulları bu yönetmelik ile düzenlenmiştir.

ELEKTRİK PİYASASI YAN HİZMETLER YÖNETMELİĞİ

Türkiye elektrik sisteminin güvenli ve sürekli işletilmesini sağlamak amacıyla, iletim sistemine yönelik yan hizmetlerin kapsamı, temin yöntemleri ve bu hizmetleri sağlayacak taraflara ilişkin kurallar düzenlenmektedir. Yönetmelik, enerji depolama tesislerinin frekans kontrolü, gerilim desteği, yedek kapasite gibi yan hizmetlerde rol almasına ilişkin usul ve esasları ihtiva etmekte; yan hizmetlere katılımın teknik ve idari altyapısını düzenleyici hükümler içermektedir.

ELEKTRİK PİYASASINDA DEPOLAMA FAALİYETLERİ YÖNETMELİĞİ

Elektrik depolama tesislerinin elektrik piyasasındaki konumunu açık bir şekilde tanımlayarak, bu alandaki faaliyetlerin yasal zeminini oluşturmaktadır. Yönetmelik ile depolama tesislerinin lisanslı ve lisanssız kurulumu, üretim tesisleriyle entegrasyonu, şebekeye bağlantı usulleri ve piyasa faaliyetlerine katılım koşulları düzenlenmektedir.

ELEKTRİK PİYASASI DENGELEME VE UZLAŞTIRMA YÖNETMELİĞİ

Elektrik sisteminde arz ve talep dengesinin sağlanmasına yönelik dengeleme mekanizmalarını ve bu mekanizmalar sonucunda oluşan mali yükümlülüklerin piyasa katılımcıları arasında nasıl paylaştırılacağı düzenlenmektedir. Dengeleme güç piyasası, yan hizmetler, uzlaştırma işlemleri, dengesizlik hesaplamaları ve piyasa bildirim yükümlülükleri gibi konulara ilişkin kurallar belirlenmiştir. Depolama tesislerinin, üretim veya tüketim gibi sistem işletimine etkisi olan faaliyetleri sebebiyle bu yönetmelik kapsamında yükümlülük altına girebileceği durumlar tanımlanır. Yönetmelik ayrıca, dengeleme piyasasına katılım sağlayabilecek tesis türleri, teklif verme süreçleri ve uzlaştırma esaslarını teknik ve idari yönlerine ilişkin düzenleyici hükümler içermektedir.

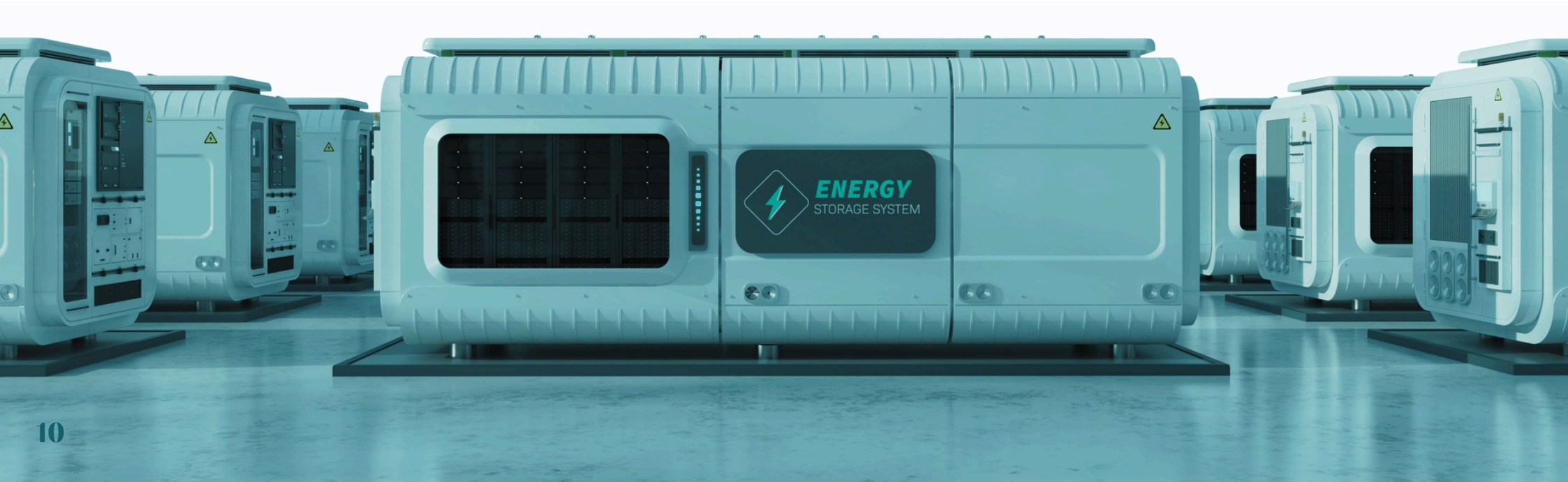
ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ

Türkiye elektrik iletim sisteminin teknik ve idari düzenlemeleri belirlemekte olup; iletim sistemine bağlanan üretim, tüketim ve dengeleme birimlerinin şebeke ile uyumlu çalışmasına ilişkin düzenlemeleri ihtiva etmektedir. Depolamalı elektrik üretim tesislerinin şebekeye entegrasyon sürecinde bu Yönetmelik'te belirtilen teknik ve operasyonel kurallara uygun işlem yapılması gerekmektedir.

17.12.2024 tarihi ve 32755 Sayılı RG'de yayımlanan Elektrik Şebeke Yönetmeliğinin Geçici 1'inci maddesinde belirtilen " Elektrik depolama üniteleri veya tesislerinin izlenmesi ve kontrol edilmesi, yan hizmetlerde kullanılması ve şebekeye bağlantısına ilişkin teknik kriterler TEİAŞ tarafından 01.01.2025 tarihine kadar hazırlanarak TEİAŞ'ın internet sayfasında yayımlanır" hükmü gereğince de mezkûr kriterler TEİAŞ tarafından yayımlanmıştır.

ELEKTRİK PİYASASI BAĞLANTI VE SİSTEM KULLANIM YÖNETMELİĞİ

Elektrik üretim, iletim ve dağıtım tesislerinin ulusal elektrik şebekesine bağlantısı ile bu şebekenin kullanımına ilişkin teknik ve idari kuralları belirlemektedir. Yönetmelik; bağlantı başvurularının değerlendirilmesi, teknik uygunluk kriterleri, bağlantı anlaşmaları, sistem kullanım bedelleri ve kapasite tahsisi gibi süreçleri düzenler. Depolama tesisleri açısından, üretim tesisine entegre veya bağımsız olarak kurulacak sistemlerin şebekeye bağlantı koşulları bu düzenleme kapsamında değerlendirilir. Ayrıca, sistem işletmecileri ile piyasa katılımcıları arasındaki teknik sorumluluklar, yük alma-verme kabiliyetleri ve sistem güvenliği açısından uyulması gereken esaslar da yönetmelikte yer alır.



ELEKTRİK ÜRETİM VE ELEKTRİK DEPOLAMA TESİSLERİ KABUL YÖNETMELİĞİ

Elektrik üretim tesisleri ile entegre veya bağımsız olarak kurulan elektrik depolama tesislerinin ve ünitelerinin geçici ve kesin kabul işlemlerine ilişkin usul ve esaslar belirlenmektedir. Yönetmelik kapsamında, tesislerin onaylı projelerine uygun şekilde inşa edilip edilmediği, ilgili mevzuat ve teknik standartlara uyumu, işletme güvenliği ve şebekeye entegrasyonu gibi hususlar kontrol edilerek kabul işlemleri yürütülür. Ayrıca 13.05.2025 tarihinde Yönetmelikte yapılan değişiklikler ile elektrik üretim ve elektrik depolama tesislerinin kabul süreçlerine ilişkin düzenlemeler yapılmış; özellikle elektrik depolama ünitelerinin ayrıca tanımlanması ve bu ünitelerin kabul süreçlerine dahil edilmesine yönelik teknik ve idari çerçevenin netleştirilmesi sağlanmıştır. Yönetmeliğin Eklerinde de değişiklikler gerçekleştirilmiş; bu değişiklikler içerisinde kabul süreci üç başlıkta sınıflandırılmış, üretim tesisine entegre depolama tesisi, tüketime entegre depolama tesisi ve müstakil depolama tesisi olarak her bir yapı için farklı test prosedürleri ve belge gereklilikleri öngörülmüştür.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ BELGELENDİRİLMESİ VE DESTEKLENMESİNE İLİŞKİN YÖNETMELİK

Enerji kaynaklarına dayalı depolamalı üretim tesislerinin Yenilenebilir Enerji Kaynak (YEK) Belgesi almasına, bu tesislerin YEKDEM'den yararlanmasına ve ilgili destek sürecinin işleyişine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir.

ELEKTRİK TESİSLERİ PROJE YÖNETMELİĞİ

Elektrik üretim ve elektrik depolama tesisleri/ünitelerinin, ilgili mevzuat ve şartnamelere uygun olarak inşa edilmesini teminen proje onay süreçlerini; bu tesislerin iletim veya dağıtım şebekelerine uyumlu biçimde bağlanmasını; proje onayları ile akabinde yapılacak tesis kabul işlemlerini ve tesislere ilişkin tutanakların onaylanması/teslim edilmesini gerçekleştirecek kurum, kuruluş ve tüzel kişilerin yetkilendirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

ELEKTRİK PİYASASI ÖLÇÜM SİSTEMLERİ YÖNETMELİĞİ

Elektrik depolama tesislerinin ölçüm sistemlerinin kurulumu, işletilmesi, veri güvenliği ve doğruluğu ile ölçüm verilerinin uzaktan izlenmesi ve iletilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ

Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi, dağıtımı ve kullanımı sırasında kurulacak olan kuvvetli akım tesislerinin teknik güvenlik esasları düzenlenmektedir. Bu kapsamda, can ve mal güvenliğinin sağlanması, çevrenin korunması ve tesislerin standartlara uygun biçimde projelendirilip işletilmesi amaçlanmakta olup Yönetmelik, elektrik depolama üniteleri üretim tesisi kapsamında yer aldığında veya şebekeye bağlantı sağlandığında bu tesislerin de elektriksel güvenlik, topraklama, kısa devre dayanımı ve tesisat düzenine uygun olarak kurulmasını zorunlu kılar. Dolayısıyla depolamalı elektrik üretim tesislerinin Yönetmelikte belirlenen teknik kriterlere uygun biçimde inşa edilmesi ve işletilmesi gerekmektedir.

ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR YÖNETMELİĞİ

Elektrik tesislerinde can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla topraklama sistemlerinin tesis edilmesine ilişkin teknik esasları düzenlemektedir. Depolama ünitelerinin gerek AC gerekse DC sistemlerinde güvenli işletme şartlarının sağlanabilmesi için, koruma topraklaması, işletme topraklaması ve yıldırımdan korunma gibi hususlara dair Yönetmeliğin ihtiva ettiği düzenlemeler önem arz etmektedir.

29.03.2025 Tarihli RG'de Yayımlanan 32856 Sayılı Kararlar

Müstakil Elektrik Depolama Tesisleri İçin Oturan Sistemin Toparlanması Yan Hizmet Anlaşmasının ve diğer ilgili yan hizmet anlaşmalarının yayımlanmasına ilişkin kararlar

29.12.2024 Tarihli RG'de Yayımlanan 32767 Sayılı Kararlar

Elektrik piyasasında üretim faaliyetlerinde önlisans, üretim, tedarik, toplayıcılık lisansı başvurularunda talep edilen sermaye tutarının belirlenmesine dair kararlar; Önlisans süreleri ile tesis tamamlanma tarihinin belirlenmesinde referans alınacak inşaat sürelerine ilişkin karar

17.12.2024 Tarihli RG'de Yayımlanan 32755 Sayılı Karar

Depolamalı elektrik üretim tesisleri için üretim planından sapmaya ilişkin tutarın hesaplanmasında kullanılacak fiyatın ve sapmaya ilişkin tolerans katsayısının (KÜPSM ve KÜPST hesaplamalarına ilişkin) belirlenmesine ilişkin karar

23.11.2024 Tarihli RG'de Yayımlanan 32731 Sayılı Kararlar

LPG piyasasında depolama lisansına ilişkin yürütülen işlemlere dair kararlar

14.08.2024 tarihli RG'de Yayımlanan 32632 Sayılı Kararlar

OSB veya EB üretim faaliyeti için önlisans ve lisans başvurularında (tadil dahil) sunulması gereken bilgi ve belgeler listesi

19.11.2022 Tarihli RG'de Yayımlanan 32018 Sayılı Karar

Depolamalı elektrik üretim uygulamasına dair düzenleme kararı

TEİAŞ'IN YAYINLADIĞI TEKNİK KRİTERLER VE BELGELER

Elektrik Depolama Tesislerinin Şebeke Bağlantı ve Uyumluluk Kriterleri	Depolama tesislerinin iletim veya dağıtım şebekesine bağlantısında teknik uyumluluk esasları	10 MW ve üzeri depolama tesisleri için geçerli teknik standartları (arıza sonrası şebekeye bağlı kalma, aktif güç kontrolü, frekans hassasiyeti, reaktif güç kapasitesi gibi) belirler.
Elektrik Depolama Ünite/ Tesislerinin Yan Hizmetlerde Kullanılmasına Dair Teknik Kriterler ve Test Prosedürleri	Depolama tesislerinin primer frekans kontrolü, sekonder frekans kontrolü, hızlı frekans kontrolü ve reaktif güç kontrolü gibi yan hizmetlere katılım şartları	Depolama tesislerinin frekans kontrol rezervi sağlaması, 30 MW üstü sistemlere sekonder frekans katılımı, 50 MW üstü sistemlere hızlı frekans desteği sunması gibi detayları içerir. Ayrıca katılım için gerekli test ve performans kriterleri tanımlanır.
Elektrik Depolama Tesislerinin İzlenmesi ve Kontrol Edilmesine İlişkin Usul ve Esaslar	Depolama tesislerinden alınacak veri setleri ve kontrol parametreleri	Tüm iletim ve dağıtım sistemine bağlı depolama tesislerinin SCADA entegrasyonu, TEİAŞ ve dağıtım şirketleri için veri aktarım protokolleri açıklanır.

Enerji depolama sistemleri; teknolojik çeşitliliği, uygulama ölçeği ve şebeke bağlantı şekline göre farklılık arz eden çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle ilgili düzenlemeler hem birincil mevzuat hem de ikincil düzenlemeler (kurul kararları, teknik kriterler, geçici hükümler vb.) çerçevesinde şekillenmektedir. Ancak bu belgede, yalnızca ana hatlarıyla genel kural ve esaslar ele alınmış olup; proje bazlı uygulamalarda güncel mevzuatın detaylı incelenmesi, zaman zaman değişikliğe uğrayan düzenlemelerin nihai durumlarına ilişkin değerlendirilmelerin yapılması ve gerektiğinde hukuki danışmanlık alınması önem arz etmektedir.

2 TÜRKİYE ULUSAL ENERJİ PLANI VE ENERJİ DEPOLAMA HEDEFLERİ

Türkiye'nin enerji politikalarında son yıllarda belirginleşen temel yönelimlerden biri, şebeke esnekliğini artıracak şekilde enerji depolama teknolojilerinin yaygınlaştırılmasıdır. Bu bağlamda, ulusal ve uluslararası strateji belgelerinde yer verilen enerji depolama hedefleri, yalnızca teknik bir altyapı vizyonunu değil; aynı zamanda karbon azaltımı, arz güvenliği ve sürdürülebilir büyüme hedeflerini içeren bütüncül bir enerji dönüşüm perspektifini yansıtmaktadır.

Paris İklim Anlaşması çerçevesinde yayımlanan Ulusal Katkı Beyanı (NDC) doğrultusunda, Türkiye'nin enerji sektöründeki sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik politikalarının temel yapı taşlarından biri olarak batarya sistemleri öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, 2030 yılı sonuna kadar 2,1 GW kurulu batarya gücünün şebekeye entegre edilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef, sadece iklim politikaları açısından değil; aynı zamanda değişken üretim yapısına sahip yenilenebilir kaynakların sistem içindeki payının artırılmasına yönelik kritik bir adımdır.

Benzer şekilde, Türkiye Ulusal Enerji Planı kapsamında şebeke esnekliği ihtiyacına yanıt vermek amacıyla enerji depolama kapasitesinin hızla artırılması öngörülmektedir. Bu doğrultuda, 2035 yılına kadar 7,5 GW lisans sahibi düzeyinde, 1,7 GW talep taraf katılımıyla olmak üzere toplam 9,3 GW enerji depolama kapasitesine ulaşılması hedeflenmektedir. Plan, yalnızca batarya teknolojileriyle sınırlı kalmayıp, pompaj depolamalı hidroelektrik santrali (PDHES) yatırımlarının da stratejik öncelik hâline getirilmesini öngörmektedir.

Elektrik arz güvenliğinin sürdürülebilir biçimde sağlanabilmesi için, 2030 yılı sonuna kadar hedeflenen 2,1 GW batarya kapasitesi tekraren vurgulanmakta; aynı zamanda bu kapasitenin hem iletim hem de dağıtım seviyelerinde yaygınlaştırılması gerektiği ifade edilmektedir. Ayrıca, hidroelektrik kurulu gücünün 35 GW'a çıkarılması ve bu artış sürecinde pompaj depolama projelerinin yaygınlaştırılması, planın uzun vadeli sistem dengesine ve yenilenebilir entegrasyon kapasitesine dair stratejik kararlılığını ortaya koymaktadır.

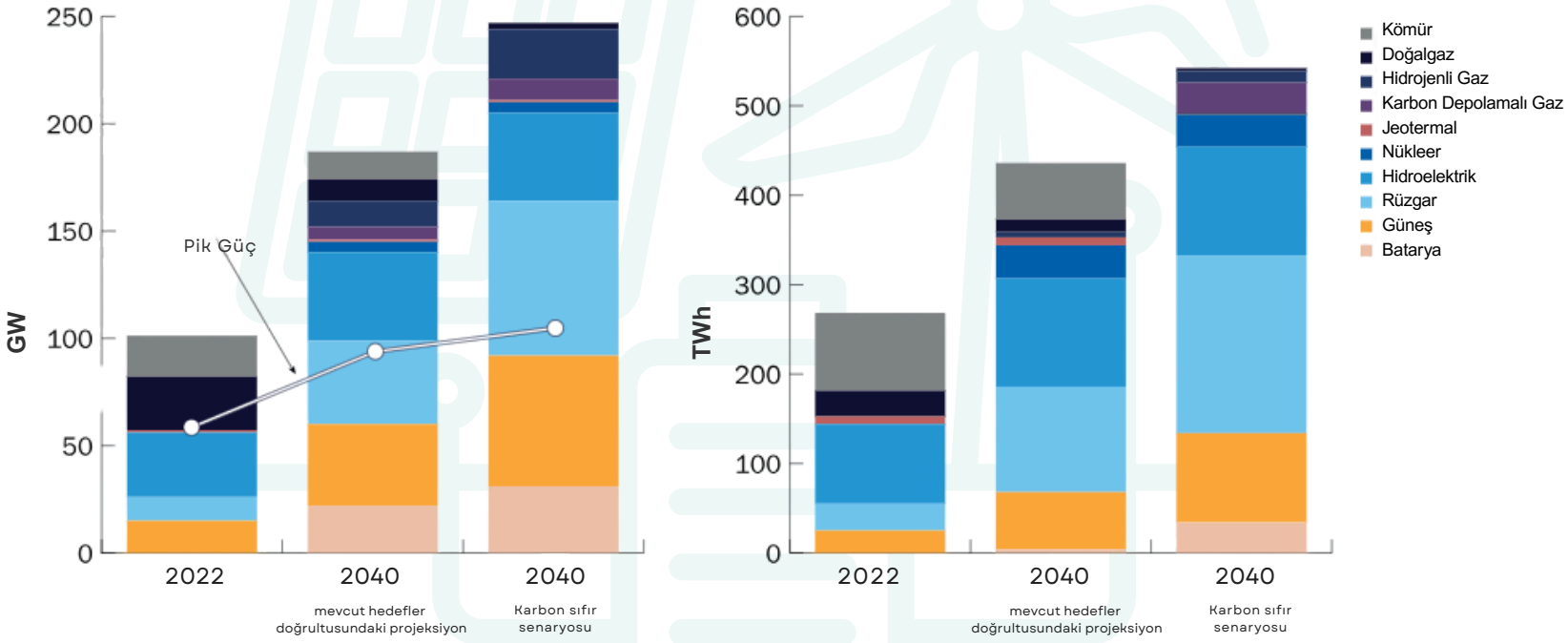
Bu hedefler, Türkiye'nin enerji sisteminde karbonsuzlaştırma, esneklik ve dijitalleşme ekseninde gelişen yeni altyapı paradigmasına geçişinde enerji depolama teknolojilerinin üstleneceği temel rolü açıkça ortaya koymaktadır.

3 ULUSLARARASI YAYINLARDA TÜRKİYE ENERJİ DEPOLAMA ÖNGÖRÜLERİ

Uluslararası kuruluşlar tarafından hazırlanan projeksiyon çalışmaları, Türkiye'nin enerji dönüşüm sürecinde enerji depolama sistemlerinin stratejik önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Dünya Bankası tarafından yayımlanan senaryolar, mevcut kapasite artışı eğilimleri ve iklim taahhütleri çerçevesinde şekillenen enerji geleceğine dair çarpıcı öngörüler sunmaktadır.

Dünya Bankası'nın analizine göre, Türkiye'nin elektrik kurulu gücü 2022 yılında yaklaşık 100 GW düzeyindeyken, mevcut ulusal politikalar ve yatırım eğilimleri dikkate alındığında bu kurulu gücün 2040 yılına kadar yaklaşık 175 GW seviyesine ulaşması beklenmektedir. Karbon sıfır senaryosunda ise, daha iddialı bir dönüşüm öngörülmekte ve kurulu gücün 225 GW'ın üzerine çıkabileceği tahmin edilmektedir.(Şekil 1)



Notlar: Gaz/H2 = hidrojen gazı; KYD = karbon yakalama ve depolama.

Şekil 1: Türkiye'nin Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimin Kaynaklara Dağılımı, 2022 - 2040

Kaynak: https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/80bdfcf8-73b1-42b3-b107-1629f64a1f0c/content

Enerji üretim portföyü açısından bakıldığında; 2022 yılında elektrik üretiminde kömür ve doğalgazın baskın paya sahip olduğu görülmektedir. Ancak projeksiyonlar, 2040'a doğru bu yapının köklü biçimde değişeceğini göstermektedir. Özellikle güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve batarya sistemleri, hem temel üretim kaynakları hem de sistem dengesini sağlayan bileşenler hâline gelmektedir. Karbon sıfır senaryosunda, fosil yakıtların toplam üretimdeki payı dramatik biçimde azalmakta; yenilenebilir kaynaklar ise üretim sepetinin ana taşıyıcısı konumuna yükselmektedir.

Bu dönüşüm, enerji sisteminin yalnızca üretim tarafında değil, esneklik ve güvenlik boyutlarında da yeniden yapılandırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Batarya sistemleri, bu bağlamda şebeke dengeleme, frekans kontrolü, arz güvenliği ve yenilenebilir entegrasyonu açısından merkezi bir rol üstlenmektedir. Türkiye açısından bu gelişmeler, enerji politikalarının uzun vadeli planlamasında depolama teknolojilerine yapılacak yatırımların belirleyici önemde olduğunu ortaya koymaktadır.

Strategy&PwC raporu, Türkiye enerji depolama sistemleri pazarının önümüzdeki on yıllık dönemde yüksek büyüme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Raporda, 2035 yılına kadar Türkiye'nin 7,5 GW kapasitesinin lisanslı üretiminde, 1,7 GW kapasitesinin talep tarafının katılımıyla olmak üzere toplam 9,3 GW enerji depolama kapasitesi hedefi doğrultusunda, ciddi bir yatırım ve başvuru trafiği yaşandığına dikkat çekilmektedir.

Verilere göre, 2.700'ün üzerinde enerji depolama önlisans başvurusu alınmış olup, bu başvuruların toplam kurulu güç kapasitesi 160 GW seviyesine ulaşmıştır. Bu büyüklük, enerji depolama yatırımlarının taşıdığı potansiyeli finansal ölçekte de gözler önüne sermekte; başvuruların toplam yatırım değeri yaklaşık 230 milyar ABD doları olarak hesaplanmaktadır.

Raporda ayrıca, Türkiye'deki enerji depolama pazarının 2032 yılına kadar yıllık 400 ila 500 milyon USD düzeyinde bir satış hacmine ulaşabileceği öngörülmektedir. Bu büyüme beklentisi, dört temel dinamikle ilişkilendirilmektedir:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretim içindeki payının hızla artması.
- Sanayi sektörünün artan enerji güvenliği ve kesintisizlik talebi.
- Elektrikli araç altyapısının yaygınlaşmasıyla birlikte şebeke destekli batarya çözümlerine olan ihtiyacın büyümesi.
- Enerji depolamayı teşvik eden yeni regülasyonlar ve mevzuat altyapısının gelişmesi.

Bu öngörüler, Türkiye'nin sadece tüketici olarak değil, bölgesel enerji depolama teknolojileri üreticisi ve yatırım merkezi olarak da konumlanma potansiyeline işaret etmektedir. Özellikle batarya hücresi üretimi, sistem entegrasyonu ve yan hizmetlere dayalı iş modellerinin gelişimi, sektörel çeşitliliği ve ekonomik kaldıraç etkisini daha da artıracaktır.

Türkiye'deki Batarya Enerji Depolama Sistemleri (BEDS) pazarının büyüyen yenilenebilir enerji kapasitesinin artan talep ve düzenlemelerin yönlendirmesiyle paralel olarak gelişmesi beklenmektedir.

Türkiye BEDS Pazarı için Seçilen Eğilimler

Başlıca Talep Eğilimleri	
Artan Yenilenebilir Enerji Kapasitesi	2032 yılında Türkiye'nin toplam kurulu enerji kapasitesinde hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %45-50 olması öngörülmektedir.
Sanayiden Gelen Elektrik Talebinde Artış	Türkiye'de toplam elektrik tüketiminin %40-45'lik kısmı sanayi sektörüne aittir.
Elektrikli Araç Penetrasyonuna Bağlı Elektrik Talebi	2031 yılında Türkiye'de elektrikli araçlar için kamuya açık şarj talebinin 5-10 TWh seviyesinde olması beklenmektedir.
Elektrik Dağıtımında Süreklilik	Türkiye'deki çeşitli elektrik dağıtım bölgelerinde ilk pilot BEDS projeleri ortaya çıkmaya başladı.

Başlıca Arz Eğilimleri	
Yasal Düzenlemeler ve Enerji Politikaları	Enerji depolama lisansları için mevcut 160 GW'lık kapasiteye 2.700 başvuru yapılmıştır. Ulusal Enerji Eylem Planında, 2035 yılı için 7,5 GW batarya kapasitesi hedeflenmektedir. Gelecekte vergi muafiyetleri, Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) yükümlülükleri ve Ar-Ge projeleri öngörülmektedir.
Artan Yerli ve Küresel Rekabet	2032 yılında Türkiye BEDS pazarında 20'den fazla yerli ve küresel tedarikçinin faaliyet göstermesi beklenmektedir.
Lityum-İyon Pillere Yönelik İthalat Bağımlılığı	2021 yılında lityum-iyon pillerde 380 milyon ABD doları net dış ticaret açığı verilmiştir.

Kaynak: TEİAŞ, EPİAŞ, EPDK, PwC Enlight, Shura, TEHAD, IHS, Fitch, Trademap, Şirket internet siteleri, uzman görüşmeleri, PwC Strategy& analizi

YENİ BATARYA ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ (BEDS) PAZARI GİRİŞİMLERİ İÇİN TEMEL STRATEJİK SORULAR

Türkiye BEDS pazarına başarılı bir giriş için değerlendirebileceğimiz stratejik seçenekler nelerdir?

Hangi temel pazar, rekabet ve düzenleyici riskleri bertaraf etmemiz gerekir?

BEDS zincirinin hangi bölüm(ler)inde en fazla değeri yaratabiliriz?
Türkiye'de yerli hücre üretim kapasitesini nasıl başlatabiliriz?

BEDS operasyonları mevcut ya da gelecekteki yetkinliklerimizle ne ölçüde örtüşüyor?
Sinerji fırsatlarından yararlanabilir miyiz?
Ortaklıklarla ne tür iş modelleri oluşturabiliriz?

Bu stratejik seçenekler için erişilebilir pazarın büyüklüğü ve beklenen kârlılık seviyeleri nedir?
Ne kadar yatırım yapılması gerekir?

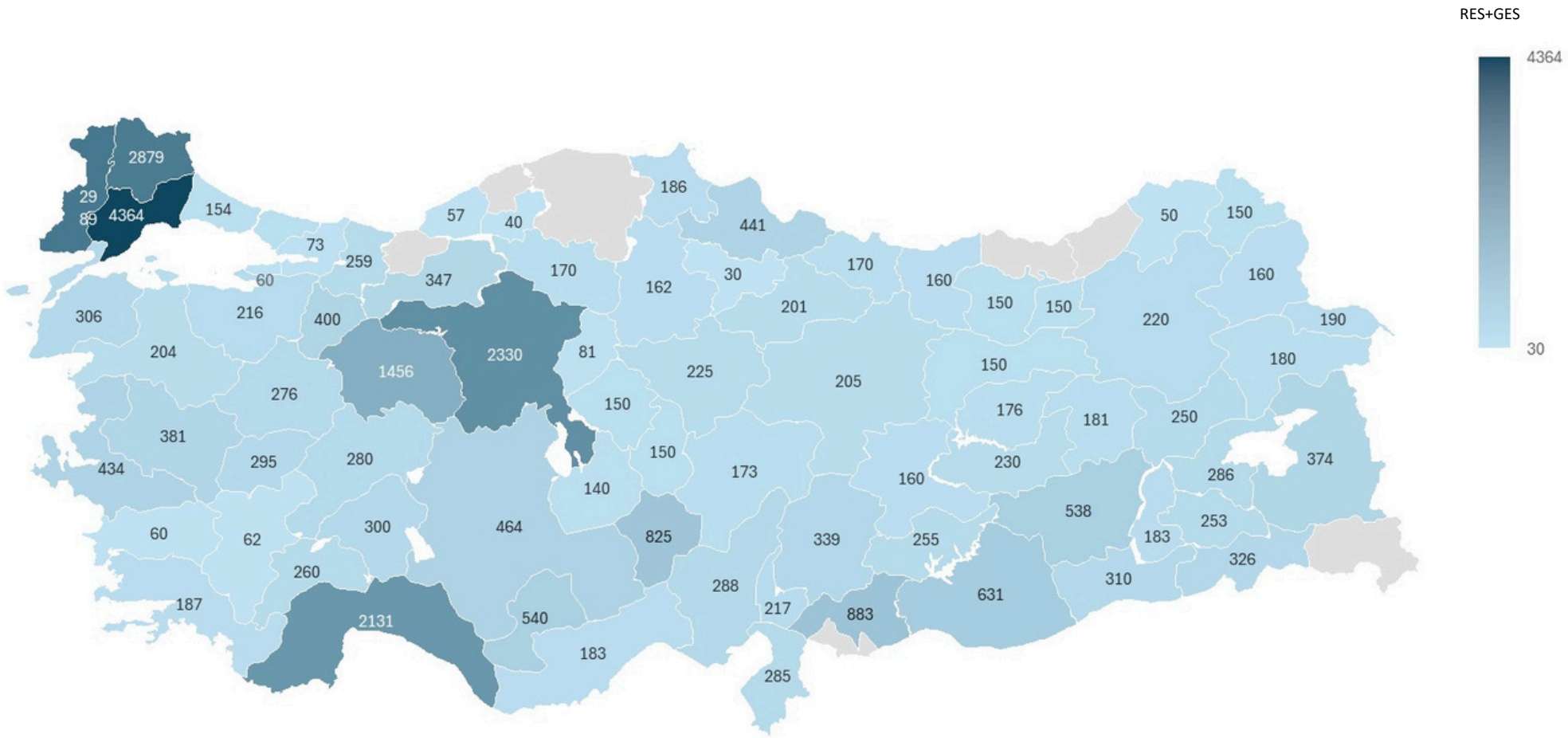
Hedef müşteriler, ürünler, fiyatlandırma seviyeleri, tedarikçi ağı ve gerekli kapasite etrafında pazar giriş stratejimizi nasıl tasarlamalıyız?

Kaynak: https://www.strategyand.pwc.com/tr/tr/pdf/will-the-growth-stationary-storage-bess-systems.pdf (2023-07)

4 TÜRKİYE ENERJİ DEPOLAMA ÖNLİSANS KAPASİTE HARİTASI

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Haziran 2025 kadar toplam **33 GW** kurulu güce sahip **673** depolamalı elektrik üretim önlisans verdi. Bu projelerden **262'si depolamalı RES (18.3 GW)**, **411'i ise depolamalı GES (14.6 GW) santrali** olarak planlandı.

Depolamalı RES-GES Toplam Önlisans Kapasiteleri (MW)

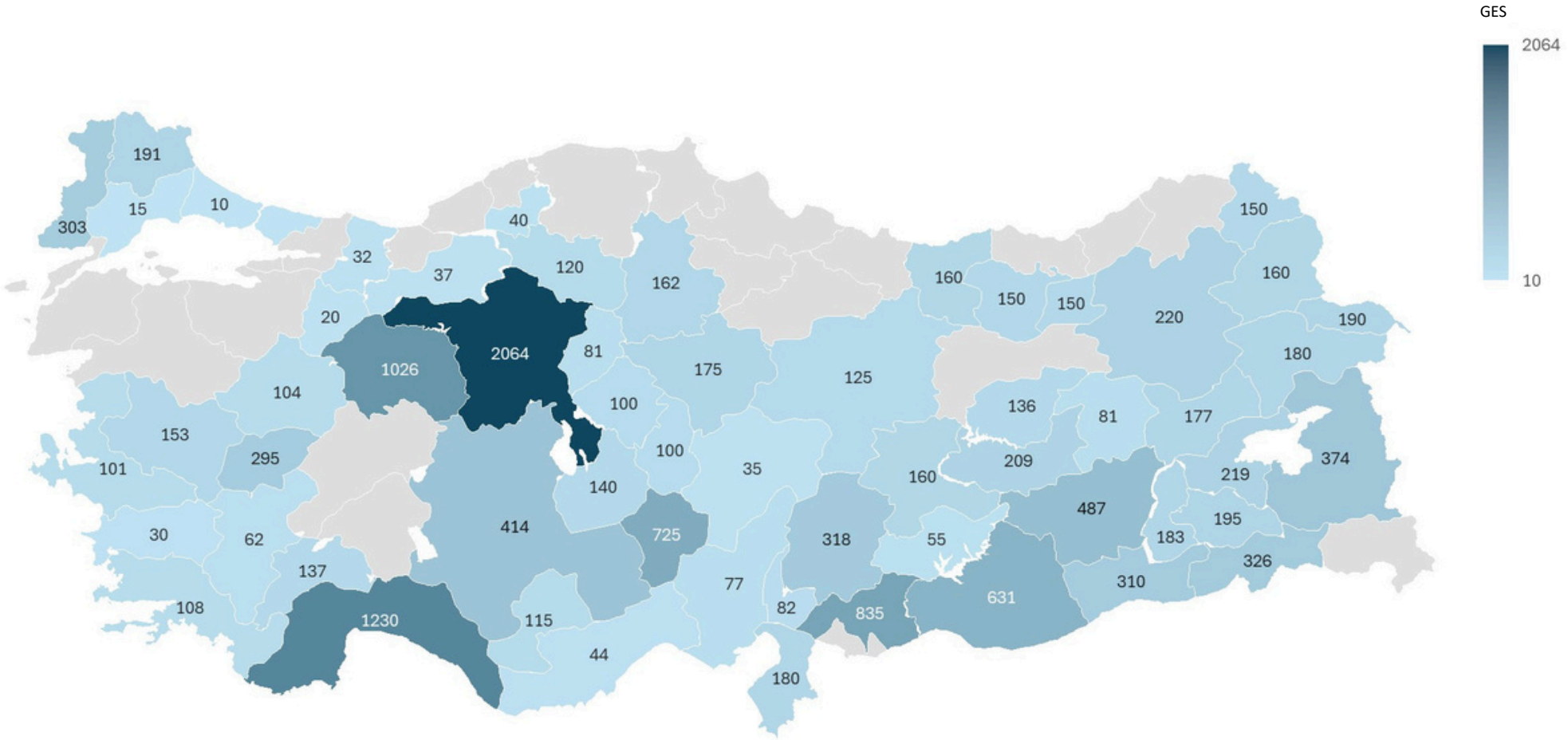


Kaynak: EPDK

*Harita görseli amacıyla verilerde ondalık basamaklar sınırlandırılmıştır.

Depolamalı GES'ler(Güneş Enerjisi Santrali) özelinde incelendiğinde **ANKARA 2064 MWe** ile birinci sıradadır. Ardından **1230 MWe ile ANTALYA** gelmektedir.

Depolamalı GES Önlisans Kapasitesi (MW)

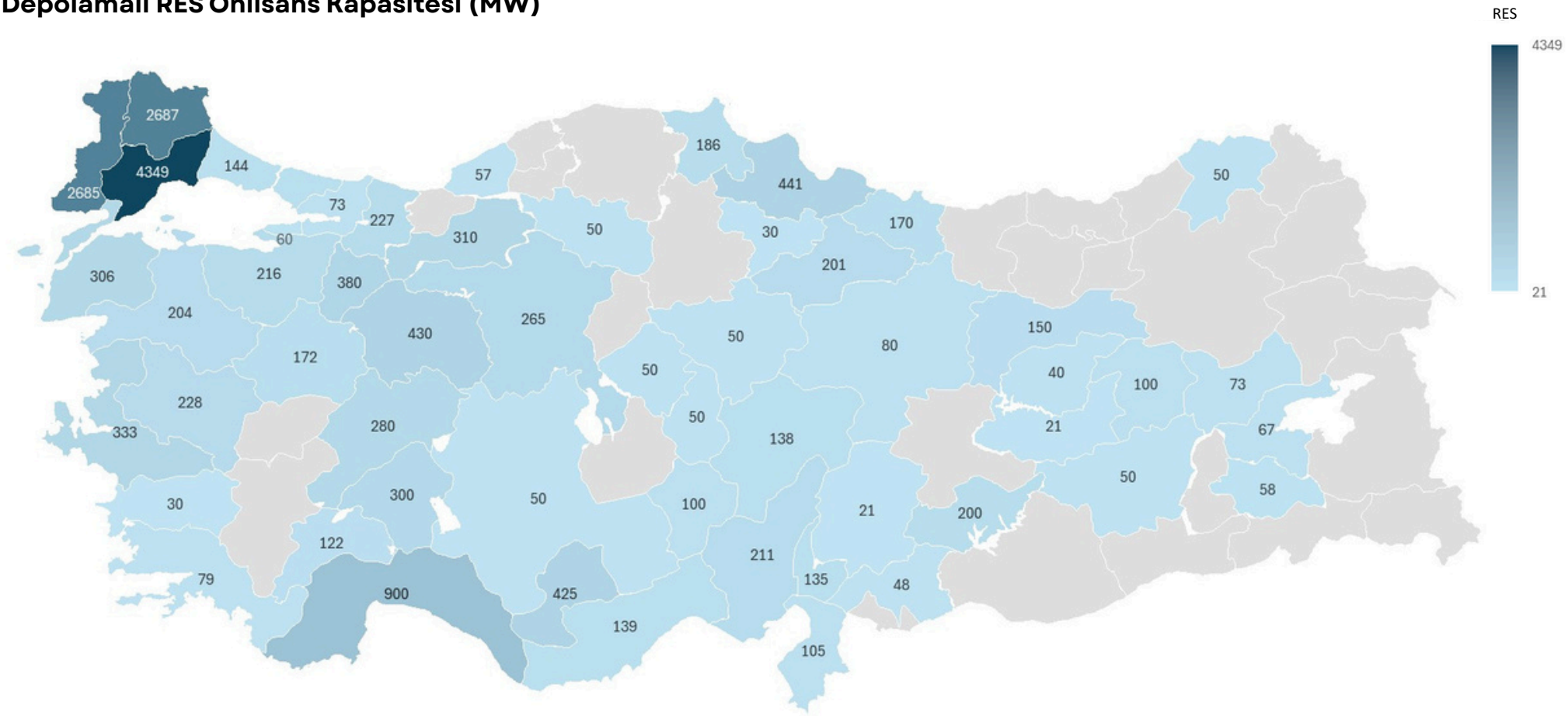


Kaynak: EPDK

*Harita görseli amacıyla verilerde ondalık basamaklar sınırlandırılmıştır.

Depolamalı Rüzgar Enerjisi Santralleri (RES) özelinde yapılan incelemeye göre, TEKİRDAĞ **4349 MWe** kurulu güç ile ilk sırada yer almaktadır. Onu **2687 MWe** ile **KIRKLARELİ** ve **2685 MWe** ile EDİRNE takip etmektedir. Bu üç il, Trakya'da yer almakta olup Türkiye'nin rüzgar enerjisi depolama potansiyelinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu durum Trakya'nın rüzgar enerjisi depolama alanında öne çıktığını göstermektedir.

Depolamalı RES Önlisans Kapasitesi (MW)



Kaynak: EPDK

*Harita görseli amacıyla verilerde ondalık basamaklar sınırlandırılmıştır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yayımlanan güncel verilere göre, Haziran 2025 itibarıyla Türkiye'de toplam 33 GW kurulu güce sahip 673 depolamalı elektrik üretim projesine önlisans verilmiştir. Bu projelerin teknoloji bazında dağılımı incelendiğinde:

262 proje rüzgâr enerjisi temelli olup, toplamda 18.3 GW kurulu güce sahiptir.

411 proje ise güneş enerjisi tabanlı olup, bu projelerin toplam gücü 14.6 GW'tır.

Depolamalı üretim yatırımlarındaki bu ivmeli artış, büyük ölçüde 19 Kasım 2022 tarihinde yürürlüğe giren mevzuat değişiklikleri ile doğrudan ilişkilidir. Söz konusu düzenlemeler, depolama entegrasyonunu kolaylaştıran ve teşvik eden hükümlerle yatırım süreçlerini hızlandırmış, enerji piyasasında önemli bir yapısal dönüşümün önünü açmıştır.

5 TÜRKİYE ENERJİ DEPOLAMADA GÜNCEL GELİŞMELER

Türkiye enerji depolama ekosistemi, lisanslı yatırımlardan teknoloji çeşitliliğine, yerli üretimden kritik hammadde teminine kadar geniş bir yelpazede gelişim göstermektedir. Aşağıda, bu alanda yakın dönemde öne çıkan uygulama örnekleri ve stratejik girişimler özetlenmiştir.

LİSANSLI DEPOLAMALI ÜRETİM YATIRIMLARI

- *Konya/Kulu: Türkiye'nin ilk lisanslı depolamalı güneş enerjisi santrali, 10 MWh kapasiteli bir batarya sistemiyle birlikte 2025 yılında devreye alınacaktır.*
- *Kırşehir/Mucur (Geycek RES): Türkiye'nin ilk Rüzgar+Güneş hibrit santraline entegre enerji depolama tesisi, 10 MW güç ve 13,4 MWh kapasite ile kurulacaktır.*
- *Mersin RES: Türkiye'de önlisans sürecini tamamlayıp üretim lisansı alan ilk depolamalı yenilenebilir enerji projesi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından onaylanmıştır. Bu gelişme, projelerin uygulama aşamasına geçtiğinin somut göstergesidir.*

YERLİ ENERJİ DEPOLAMA SANAYİ YATIRIMLARI

- *İstanbul/Tuzla: 5 GWh kapasiteli bir enerji depolama üretim fabrikası kurulmaktadır. 2025 yılında faaliyete geçmesi planlanan tesis, yalnızca Türkiye iç pazarına değil; Avrupa, Türk Cumhuriyetleri ve Afrika pazarlarına da ürün ve çözüm sağlayacaktır.*

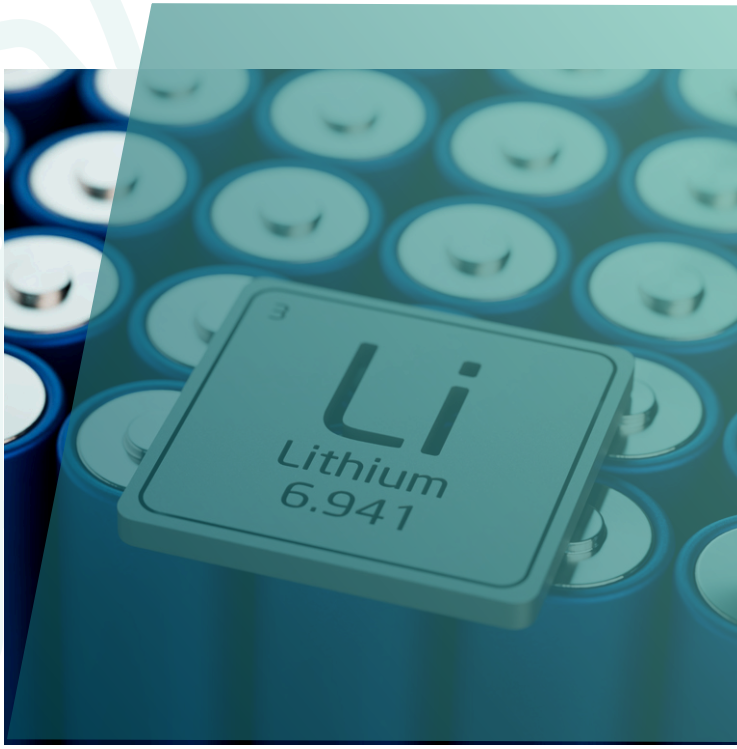
LİTYUM TABANLI YERLİ TEKNOLOJİ GELİŞİMİ

- *Türkiye'nin enerji depolama teknolojilerinde dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla yerli lityum üretimine yönelik Ar-Ge ve yatırım süreçleri hız kazanmıştır:*
- *Eti Maden tarafından yürütülen çalışmalarla, bor üretimi sürecinde oluşan sıvı atıklardan %99+ saflıkta lityum karbonat üretimi laboratuvar ölçeğinde gerçekleştirilmiştir.*
- *Eskişehir / Kırka'da 10 ton/yıl kapasiteli bir pilot tesis tamamlanmış; 2025 yılı içinde ihalesi planlanan 600 ton/yıl kapasiteli ticari tesisin kurulum süreci başlatılmıştır.*
- *Bu tesis sayesinde yaklaşık 440.000 m^3 sıvı atığın %90'ı geri kazanılacak, atık göletlerinin küçülmesi ve çevresel risklerin azalması sağlanacaktır. Tesis tamamlandığında 55 kişiye doğrudan istihdam sağlanacaktır.*

LİTYUM DIŞI ALTERNATİF DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ

Türkiye'de batarya teknolojileri dışında farklı depolama türleri de geliştirme aşamasındadır:

- *Süperkapasitör Uygulamaları: Aliağa RES'te ve bir sanayi tesisinde 2 MW kapasiteli süperkapasitör sistemi devreye alınmıştır. Sistem, hızlı tepki süresiyle kısa süreli şebeke dengelemesi açısından avantaj sunmaktadır.*
- *Termal Enerji Depolama PCM (Faz Değiştiren Malzemeler): Kızıldere 2 Jeotermal Santrali'nde geliştirilen sistem, termal enerji depolayarak sistem esnekliği sağlamayı hedeflemektedir.*
- *Vanadyum Redoks Akış Bataryaları: Türkiye'de çeşitli Ar-Ge uygulamaları gerçekleştirilsede laboratuvar ölçeğinden sanayi ölçeğine uygulama geçişi sağlanamamıştır. Yurt dışı merkezli partnerle birlikte, Türkiye de 3 GWh üretim kapasitesine sahip bir altyapının kurulması planlanmaktadır. Sahada aktif sistem henüz bulunmamakla birlikte, üretim ve tedarik hazırlıklarına yönelik çalışmalar sürmektedir.*



Türkiye' de batarya ikincil kullanımına yönelik çalışmalar sektör talepleri doğrultusunda başlamıştır. Özellikle ilk versiyon LFP ve NMC bataryalarda meydana gelen işçilik, montaj ve üretim hataları sebebiyle bataryalar, ilk yatırım bedellerine oranla %5 ila %10 arasında değişen yenileme maliyetleriyle tekrardan değerlendirilmektedir.

- *Bataryalar bir dizi güvenlik aşamalarından geçtikten sonra deşarj edilerek modül bazında değerlendirilmektedir.*
- *Gerekli testler ve kontrollerden sonra tekrar kullanılabilecek durumda olan batarya modülleri bir araya getirilerek sabit enerji depolama çözümleri (mesken tipi, UPS benzeri sanayi entegre, e-şarj entegre, denizcilik uygulamaları vb. alanlar) için yeni uygulama kriterlerine uygun paketlenmektedir.*
- *Bu alanda güvenlik standartları ve prosedürler henüz Türkiye'de oluşmasa da kullanıcı talepleri doğrultusunda işlemler farklı batarya firmaları tarafından gerçekleştirilmekte ve uygulama özel çözümler sağlanmaktadır.*

6 GENEL DEĞERLENDİRME

Bu gelişmeler, Türkiye'nin enerji depolama alanında yalnızca kurulu kapasiteye odaklanan bir ülke değil; aynı zamanda teknoloji geliştiren, yerli değer zinciri oluşturan ve çeşitlendirilmiş çözümler sunan bir aktör olma yolunda ilerlediğini göstermektedir. Lityum tedarikinden endüstriyel üretime, yeni nesil batarya teknolojilerinden yenilenebilir entegrasyonuna kadar atılan bu somut adımlar, enerji dönüşümünün uygulama ölçeğine geçtiğini teyit etmektedir.

Bu rapor yalnızca bilgilendirme amacı taşımakta olup herhangi bir hukuki görüş ya da bağlayıcı danışmanlık hizmeti sunma amacı gütmemektedir. Bu kapsamda burada yer alan hükümler doğrultusunda işlem yapılmadan önce, ilgili yasal metinlerin en güncel hâlinin ve uygulamaya dair özel koşulların değerlendirilmesi önerilir.

ENERGY
STORAGE
ENERGY
STORAGE

TÜRKİYE ENERJİ DEPOLAMA ANALİZ RAPORU

Haziran 2025

20.Yıl
TESAB
TÜRKİYE ELEKTRİK SANAYİ BİRLİĞİ

Aydın · Law

TGV
TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

Katkıları ile...